Aus der Universitäts-Augenklinik Tübingen
Direktor: Professor Dr. Heinrich Harms

Untersuchungen über Beziehungen zwischen der haptischen und der optischen Lokalisation

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Ursula Stiefbold
aus Reutlingen

1964

7820

Aus der Universitäts-Augenklinik Tübingen
Direktor: Professor Dr. Heinrich Harms

Untersuchungen über Beziehungen zwischen der haptischen und der optischen Lokalisation

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Ursula Stiefbold
aus Reutlingen

1964

Dekan: Professor Dr. Dr. E. FRÖHLICH
Referent: Professor Dr. G. MACKENSEN
Korreferent: Professor Dr. H. HARMS

Fotodruck PRÄZIS · Tübingen

GLIEDERUNG DER ARBEIT

Seite

EINLEITUNG 1

Literaturübersicht
Haptische und optische Lokalisation
"Äugigkeit" und "Händigkeit"
Fragestellung

METHODIK 7

Versuchsanordnung
Versuchsaufgabe
Versuchsablauf
Untersuchte Personen

ERGEBNISSE 11

Beispiele für Versuchsergebnisse
Rechtsäuger - Rechtshänder
Rechtsäuger - Linkshänder
Linksäuger - Linkshänder
Linksäuger - Rechtshänder
Besprechung der Versuchsergebnisse

ZUSAMMENFASSUNG 27

LITERATUR 28

Lebenslauf

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547602_0076

EINLEITUNG

Der Mensch besitzt eine zweifache Möglichkeit der Raumwahrnehmung: eine optische durch den Gesichtssinn und eine haptische durch den Kraft-, Druck- und Tastsinn. Diese beiden Raumempfindungen decken sich nicht. Nur wenn die Empfindungen des Gesichts- und des Kraft-, Druck- und Tastsinns genau aufeinander fielen wie zwei deckungsgleiche geometrische Figuren, wäre die Voraussetzung dafür geschaffen, daß jeder optisch aufgenommene Punkt haptisch an dieselbe Stelle lokalisiert würde, und umgekehrt, daß jeder haptisch aufgenommene Punkt optisch auf dieselbe Stelle lokalisiert würde.

Beim optischen Raumsinn müssen wir unterscheiden zwischen dem objektiven Ding- oder Außenraum und dem subjektiven Raum oder Sehraum. Der subjektive Sehraum, das Sehfeld, wird durch die Gesamtheit aller gleichzeitig wahrgenommenen Sehdinge oder Gesichtswahrnehmungen gebildet. Ihm entspricht im objektiven Raum das Gesichtsfeld, der Teil des wirklichen Raumes, der uns bei einer gegebenen Augenstellung sichtbar ist; es umfaßt also die Gesamtheit der bei ruhendem Blick gleichzeitig auf der Retina abgebildeten Gegenstände. Wir unterscheiden also zwischen den wirklichen Objekten und den Gesichtswahrnehmungen, die durch sie hervorgerufen werden.

Nach v. TSCHERMAK wird als relative optische Lokalisation die Beziehung der gleichzeitig wahrgenommenen Sehdinge zueinander, ihre relative Lage, Anordnungsweise und Entfernung voneinander bezeichnet. Die absolute optische Lokalisation ist dagegen die Vorstellung von der Lage der Gegenstände im Raum in bezug auf das eigene Ich.

Man ordnet den subjektiven und objektiven Raum in ein Koordinatensystem mit drei Hauptebenen ein:

1.) eine sagittale Medianebene des Kopfes und Rumpfes, die vertikal steht und im Raum rechts und links scheidet,

2.) eine horizontale Ebene durch den Drehpunkt der Augen, sie scheidet oben und unten,

3.) eine frontale Ebene, die wieder vertikal steht und ebenfalls durch die Drehpunkte der beiden Augen geht, sie scheidet vorne und hinten.

Der haptische oder Tastraum umfaßt die räumlichen Wahrnehmungen, die uns auf Grund unseres Tastsinns vermittelt werden. Um Form, Größe und sonstige Eigenschaften von Gegenständen zu erkennen und um ein Tastbild zu erhalten, ist das Zusammenwirken von Willkürbewegungen mit den Empfindungen des Druck- und Kraftsinns beim Tasten erforderlich. Außerdem kann das Tasten Kenntnisse von der Lage der Tastdinge in ihrer Beziehung zum eigenen Körper durch Bewegen der Arme oder Hände nach nahgelegenen Gegenständen vermitteln. Die Lage ferner gelegener Gegenstände kann haptisch nur ermittelt werden, wenn wir uns auf sie zubewegen und sie in die Reichweite unserer Hände bringen.

Das statische Organ im Labyrinth gibt uns Aufschluß über die Körperorientierung gegenüber der Schwerkraft, vermittelt also die Empfindung oben und unten.

Alle diese Empfindungen verhelfen neben dem Gehör auch dem Blinden zu einer räumlichen Orientierung und dem Blindgeborenen zu einer Raumvorstellung. Beim Sehenden haben sich Sehraum und Tastraum gemeinsam ausgebildet. Der Sehraum dominiert wegen der Genauigkeit und Vielfalt der Eindrücke über den Tastraum. Im Sehraum ist auch die simultane Perzeption sehr komplexer Tatbestände möglich, während haptisch im wesentlichen nur eine sukzessive Perzeption möglich ist.

In der normalen Entwicklung bildet sich eine relativ fest gefügte Beziehung zwischen der optischen und der haptischen Raumwahrnehmung heraus. Dabei übernimmt der Gesichtssinn eine Kontrollfunktion über die zur haptischen Perzeption notwendigen motorischen Abläufe. Erfährt die Beziehung der haptischen und optischen Eindrücke zueinander experimentell oder durch krankhafte Zustände eine Veränderung, so erfolgt eine neue Anpassung der Motorik, die nach einiger Zeit nicht mehr bewußt empfunden wird. Es bildet sich eine neue physiologische Assoziation zwischen dem optischen und dem haptischen

Raum.

Vor allem unterscheiden sich die beiden Raumempfindungen durch ihre Begrenzung. Die Ausdehnung des optischen Raumes ist praktisch unendlich, während dem haptischen Raum eine Grenze gesetzt wird durch die Länge der Arme. Es ist der Raum, in dem wir unsere Arme und Hände unmittelbar betätigen können. Man kann ihm im Durchschnitt einen Durchmesser von 2 m zusprechen.

Die Gesichtswahrnehmungen bei der optischen Lokalisation erscheinen außerhalb unseres Körpers, während doch der zugrundeliegende Vorgang in der Retina seinen Ursprung hat und sich im Gehirn abspielt. Im Gegensatz dazu werden die Tastempfindungen beim haptischen Lokalisieren, denen auch Vorgänge im Großhirn zugrundeliegen, auf der Hautsinnesfläche wahrgenommen und nicht außerhalb des Körpers.

Die visuelle Raumempfindung ist viel stärker beim sehenden Menschen entwickelt als die taktile. Die Formen der Gegenstände werden mit Hilfe der optischen Vorstellung und nicht mit der haptischen festgehalten.

Die Grundlage unserer optischen Richtungswahrnehmungen liefern die auf der Retina verteilten Bildpunkte. Die Richtung, in welche wir beim binokular angeblickten und einfach wahrgenommenen Gegenstand sehen, wird auf ein Mittelauge, das in der Nasenwurzelgegend zu denken ist, bezogen (Zyklopenauge nach HERING).

Entwicklungsmäßig orientieren wir uns zuerst durch den Tastsinn, dann auf optischem Wege. Erst allmählich erfolgt die Ausbildung einer Beziehung zwischen Hand und Auge durch die ständige Kontrolle unserer Gliedmaßen durch das Auge, die dann in eine unbewußte Leitung der Arme und Hände übergeht. Am Ende steht nach erlangter Übung das automatische Ergreifen eines Gegenstandes ohne ständige optische Führung. Nur das "innere Auge" überwacht die Tätigkeit. Beim Normalsinnigen wird für gewisse Tätigkeiten nach erlangter Übung die bewußte Kontrolle des Auges sogar ausgeschaltet, so daß schließlich manche Bewegungsvorgänge gestört werden können, wenn diese unter optischer Aufsicht stattfinden sollen, etwa beim Klavierspielen oder Geigenspiel.

MERTON hat durch seine Versuche gezeigt, daß Auge und Hand auch im Dunkeln gut ausgerichtet bleiben. Beim Zeigen mit dem Finger im Dunkeln auf ein vorher getastetes Objekt (also ohne optische Kontrolle) war die Treff-

genauigkeit ziemlich groß. Die Abweichung betrug $\pm$ 1° horizontal und vertikal. Dieselbe Fehlerbreite ergab sich auch beim Zeigen im Dunkeln auf ein vorher im Hellen wahrgenommenes Objekt. Dagegen war der mittlere Fehler größer, wenn auf ein vorher nur getastetes Objekt geblickt wurde.

Es gibt zwei Situationen einer haptischen Lokalisation ohne optische Kontrolle:

a) die haptische Lokalisation haptisch aufgenommener Objekte.
KLINGELHAGE führte hierzu eine Reihe von Versuchen durch: Er ließ Raumpunkte nach ihren drei Koordinaten bestimmen. Das Aufzeigen erfolgte mit derselben Hand wie das Betasten. Er kam zu folgenden Ergebnissen:

1.) Haptisch aufgenommene Raumpunkte werden zu weit nach lateral und gleichzeitig zu weit nach vorn verlagert aufgezeigt. Die Abweichungen sind am geringsten in der x- und y-Koordinate.

2.) Punkte, die in der Medianebene liegen, werden ebenfalls zu weit vom Körper entfernt lokalisiert, ferner werden sie von der rechten Hand nach links und von der linken Hand nach rechts verlagert aufgezeigt.

b) die haptische Lokalisation optisch aufgenommener Objekte.
Diese Beziehung spielt im täglichen Leben eine große Rolle. Wir finden eine sichere haptische Lokalisation, vor allem im beidhändigen Tastraum, der sozusagen unter der Kontrolle eines "inneren Auges" steht, auch wenn die direkte Kontrolle durch den Gesichtssinn ausgeschaltet wird.

Die optischen Vorstellungen vom Raum sind so außerordentlich fest verankert, daß sie noch eine ganze Weile weiterbestehen bleiben, wenn die Augen geschlossen werden. Nach SKRAMLIK spielt dies auch bei Späterblindeten eine Rolle. Nach ihren optisch gewonnenen Vorstellungen bleibt die Haptik noch eine Zeitlang orientiert. Doch schwinden die optischen Vorstellungsbilder mit der Zeit, so daß der Blinde dann Vergleiche nur noch auf haptischem Wege durchführen kann. In dieser Lage befinden sich die Blindgeborenen.

Es ist verständlich, daß es uns schwerfällt, ein haptisch aufgenommenes Objekt optisch richtig zu lokalisieren. Im täglichen Leben ist es gerade umgekehrt, wir orientieren uns vornehmlich optisch und überwachen bewußt oder

unbewußt jede Tätigkeit optisch. Wir prägen uns die Lage eines Objektes im Raum ein und können auch mit geschlossenen Augen sicher danach greifen.

Wie ist es nun bei der optisch kontrollierten, gezielten Willkürbewegung? Nach Untersuchungen von VOSSIUS wirken beim Ergreifen eines Objektes bei der Treffsicherheit der Hand, zwei Regelkreise zusammen, ein äußerer und ein innerer. Der innere besitzt als Rezeptor die Haut- und Tiefensensibilität, als Stellglied die Muskulatur und als Regler eine Schaltstelle im Rückenmark. Im Regler findet ein Vergleich zwischen dem Ist- und Sollwert statt. Zur Korrektur der Bewegung wird die Differenz zwischen beiden Werten zum äußeren Regelkreis weitergeleitet. Das Auge ist hier der Rezeptor, die Muskulatur das Stellglied, der Sitz des cerebral gelegenen Reglers ist bisher noch unbekannt. Während der innere Regelkreis eine grobe Annäherung ans Ziel bewirkt, kontrolliert der äußere die genaue Treffbewegung in der letzten Phase bis zum Ziel.

Nach MOWRER sind drei Reizperzeptionen notwendig, wenn ein optisch wahrgenommenes Objekt haptisch lokalisiert werden soll:

1.) der vom Objekt ausgehende optische Reiz,
2.) der von der Hand ausgehende optische Reiz,
3.) kinästhetische Reize.

In der Zusammenwirkung dieser drei Reize erfolgt normalerweise die haptische Lokalisation der wahrgenommenen Dinge.

Bei den meisten Menschen ist beim Binokularsehen die Verwertung der optischen Eindrücke beider Augen nicht gleichwertig, sondern ein Auge überwiegt. Es ist üblich, von der "Äugigkeit" zu sprechen.

Nach HAMBURGER ist dieser Zustand nicht angeboren. Beide Augen sind zunächst gleichwertig. Erst im Laufe der Zeit entwickelt sich die Prävalenz eines Auges durch Übung. Der Rechtshänder hält die Arbeit mehr vor das rechte Auge, das besser geübt und mehr benutzt wird, etwa beim Gebrauch optischer Geräte oder beim Zielen und Visieren. Die Ursache der Äugigkeit wird demnach in der Händigkeit gesehen. Die Händigkeit gibt auch nach HILLEMANNS den Ausschlag für die Äugigkeit, wenn beide Augen die gleiche Sehschärfe, Refraktion und gutes Konvergenzvermögen haben. Nach dieser Auffassung entwickelt sich bei den meisten Menschen die Rechtsdominanz durch den bevorzugten Gebrauch der rechten Hand. Die Rechtshändigkeit veranlaßt ihn, eine Körperhaltung einzunehmen, die die Bevorzugung des

rechten Auges verlangt. Entsprechendes gilt für die Linksdominanz des Auges bei Linkshändigkeit.

Weitere Ursachen für die Prävalenz eines Auges können Anisometropie, Amblyopie oder Augenmuskellähmungen sein. Trotz den zitierten Erklärungen für die Entstehung der Äugigkeit kann nicht angenommen werden, daß jede Rechtshändigkeit eine Rechtsäugigkeit und jede Linkshändigkeit eine Linksäugigkeit nach sich zieht. Es gibt, wie die Erfahrung lehrt, auch linkshändige Rechtsäugige und rechtshändige Linksäugige. Man bezeichnet dies mit gekreuzter Dominanz.

HILLEMANNS unterscheidet vier Typen:

1.) Heterovalenz beider Augen mit ausgeprägter Links- oder Rechtsäugigkeit,
2.) Homovalenz beider Augen mit dauerndem Wettstreit zwischen dem rechten und dem linken Auge,
3.) Wechselnde Vorherrschaft beider Augen,
4.) Mischformen der Typen 1, 2 und 3.

Nach HAMBURGER, der den physiologischen Zusammenhang zwischen Rechtshändigkeit und Rechtsäugigkeit oder zwischen Linkshändigkeit und Linksäugigkeit betont, ist die reine Rechtshändigkeit wie auch die Rechtsäugigkeit am häufigsten vertreten.

FRAGESTELLUNG

In dieser Arbeit sollen folgende Fragen untersucht werden:

Wie groß ist die Genauigkeit der haptischen Lokalisation eines optisch wahrgenommenen Objektes bei fehlender optischer Führung der Hand ?

Treten systematische Lokalisationsabweichungen bei Verwendung der rechten und der linken Hand auf ?

Bestehen Beziehungen zwischen der haptischen Lokalisation und der Händigkeit oder der Äugigkeit ?

METHODIK

Versuchsanordnung:

Die Untersuchungen wurden mit einer Anordnung durchgeführt, wie sie in ähnlicher Form von BIELSCHOWSKY für Lokalisationsuntersuchungen beim Lähmungsschielen angegeben worden ist (Abb. 1).

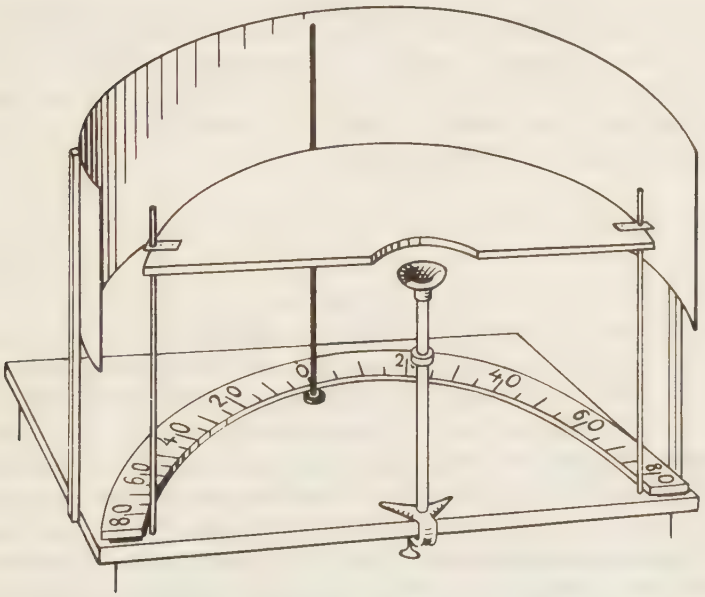

Abb. 1 Versuchsanordnung. Der 2. Halbzylinder mit Gradeinteilung unter der horizontalen Blende ist zur Vereinfachung weggelassen worden.

In einem etwa 60 cm hohen, zur Versuchsperson hin offenen Halbzylinder aus steifem Pappkarton mit einem Durchmesser von 1 m ist als horizontaler Schirm eine Sperrholzplatte von der gleichen Grundform auf halber Höhe befestigt. Sie hat in der Mitte einen Ausschnitt für eine Kinnstütze. Diese Anordnung steht auf einer Tischplatte, auf der auch eine Gradeinteilung angebracht ist, deren Nullpunkt den Halbkreisbogen halbiert. Als Objekt, das lokalisiert werden soll, dient ein schwarzer Stab, der auf einer Grundplatte im Nullpunkt der Gradeinteilung steht und oberhalb des horizontalen Schirmes vor neutralgrauem Grund sichtbar ist. Vor dem Stab befindet sich unterhalb des horizontalen Schirmes ein zweiter Halbzylinder mit Gradeinteilung.

Als Versuchsaufgabe soll die Richtung des im Nullpunkt stehenden Stabes mit der unter dem horizontalen Schirm befindlichen Hand, also ohne optische Führung, aufgezeigt werden. Die Versuchsperson kann also weder ihre Hand noch die Skala sehen, da diese durch den Schirm verdeckt werden. Der Stab kann auch nicht getastet werden. Die Untersuchungen wurden nur bei geradeaus gerichtetem Blick ausgeführt.

Versuchsablauf:

Der Versuchsperson wurde ein Auge mit einer Augenklappe verdeckt. Der Kopf lag fest auf der Kinnstütze. Mit dem unverdeckten, im Mittelpunkt des Kreisbogens befindlichen Auge mußte der Stab fixiert werden. Dann wurde mit dem ausgestreckten Zeigefinger einer Hand nach dem Stab gezeigt. Das Aufzeigen erfolgte mit ausgestrecktem Zeigefinger zwanzigmal, wobei der Arm jedesmal ganz zurückgeführt werden mußte. Nach 10 derartigen Lokalisationen wurde für 10maliges weiteres Aufzeigen die andere Hand verwendet. Anschließend wurde das Aufzeigen mit jeder Hand wiederholt, so daß insgesamt 20 Lokalisationen durchgeführt wurden. Diese Untersuchungen wurden bei binokularem und monokularem Sehen mit dem rechten und mit dem linken Auge durchgeführt. Die Treffgenauigkeit jedes Aufzeigens wurde vom Versuchsleiter notiert, während des Versuchs jedoch der Versuchsperson nicht mitgeteilt. Die Kinnstütze wurde dem verschlossenen Auge entsprechend nach links oder nach rechts verschoben, so daß sich das zu lokalisierende Objekt jeweils in der Sagittalebene des beobachtenden Auges befand, während das Objekt beim binokularen Versuch der Nasenwurzel gegenüber stand.

Ein Versuch hatte also etwa folgenden Ablauf:

1.) 20 Lok. rechtes Auge und rechte Hand
2.) 20 Lok. rechtes Auge und linke Hand
3.) 20 Lok. linkes Auge und rechte Hand
4.) 20 Lok. linkes Auge und linke Hand
5.) 20 Lok. binokular rechte Hand
6.) 20 Lok. binokular linke Hand

Die aufzeigenden Hände wurden nach je 10 Lokalisationen gewechselt.

Die Versuchsdauer betrug für eine Person etwa 20 Minuten.

Die Äugigkeit wurde mit Hilfe des Rosenbach'schen Visierversuches bestimmt.

Versuchspersonen:

Diese Lokalisationsversuche wurden an vier verschiedenen Personengruppen durchgeführt:

1.) Rechtshänder mit rechtem führenden Auge,
2.) Rechtshänder mit linkem führenden Auge,
3.) Linkshänder mit linkem führenden Auge,
4.) Linkshänder mit rechtem führenden Auge.

Der Versuchsperson wurde freigestellt, mit welchem Auge und mit welcher Hand sie den Versuch beginnen wollte. Dabei fingen die rechtsäugigen Rechtshänder bevorzugt mit der rechten Hand und dem rechten Auge an und die linksäugigen Linkshänder mit der linken Hand und dem linken Auge. Für die beiden anderen Gruppen: linksäugige Rechtshänder und rechtsäugige Linkshänder zeichnete sich keine spontane Bevorzugung eindeutig ab.

Jede Gruppe umfaßte 10 Versuchspersonen verschiedener Altersstufen (8 bis 30 Jahren), Schüler und Studenten verschiedenen Geschlechts. Alle Vpn. hatten gute Sehschärfe, die Brillenträger trugen ihre korrigierenden Gläser. Von allen vier Personengruppen wurden die Untersuchungsergebnisse in ein Protokollschema (Beispiel Abb. 4, 5, 9) eingetragen.

Die Ergebnisse wurden ferner in Kollektivhäufigkeitsverteilungen für jede der 4 Personengruppen zusammengefaßt. Die Klassenbreite der Häufigkeitsverteilungen beträgt 1^{o}. Eine Kurvenglättung erfolgte durch Berechnung gleitender Mittelwerte aus je zwei Klassen.

VERSUCHSERGEBNISSE

Die Versuche ergeben, daß der zeigende Finger die Richtung des Objektes gewöhnlich nicht genau trifft. Es erfolgt vielmehr eine mehr oder weniger ausgeprägte Abweichung nach rechts oder links, wobei gewöhnlich die eine oder andere Seite überwiegt. Diese Abweichung ist stärker bei mangelnder Konzentration der Versuchsperson (Abb. 2).

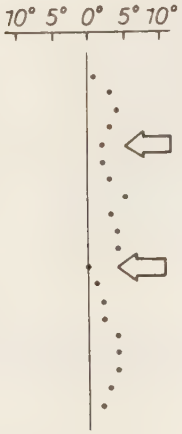

Abb. 2 Ausschnitt aus einem Lokalisationsversuch (Vp. K., G.A.; 25 J.). Bei Ermahnung des Versuchsleiters (Pfeil), genauer zu zeigen, wird besser lokalisiert.

Bei den meisten Versuchspersonen wird die Treffgenauigkeit mit der Dauer des Versuchs schlechter (Abb. 3).

Abb. 3 Ausschnitt aus einem Lokalisationsversuch (Vp. G., M.; 25 J.)

Als Beispiel eines ganzen Versuches ist aus der Gruppe 4 (Linkshänder mit rechtem führenden Auge) Vp. M., J.; 20 J. herausgegriffen worden. Aus Abb. 4 ist zu ersehen, daß die Vp. mit der linken Hand gewöhnlich links am Objekt vorbeizeigt unabhängig davon, ob das linke, das rechte Auge oder ob beide Augen fixieren. Umgekehrt lokalisiert die rechte Hand bei monokularer und binokularer Beobachtung nach der rechten Seite.

Abb. 4 Protokollschema aus der Gruppe 4
Linkshänder - Rechtsäuger
(M., J.; 20 J.)

In der Auswertung wurde nun von allen 10 Versuchspersonen einer Gruppe die Lokalisationsergebnisse in Häufigkeitsverteilungen zusammengestellt. Auf diese Weise ergeben sich für jede Personengruppe 6 Häufigkeitskurven:

1. rechtes Auge und rechte Hand
2. rechtes Auge und linke Hand
3. linkes Auge und rechte Hand
4. linkes Auge und linke Hand
5. binokular und rechte Hand
6. binokular und linke Hand

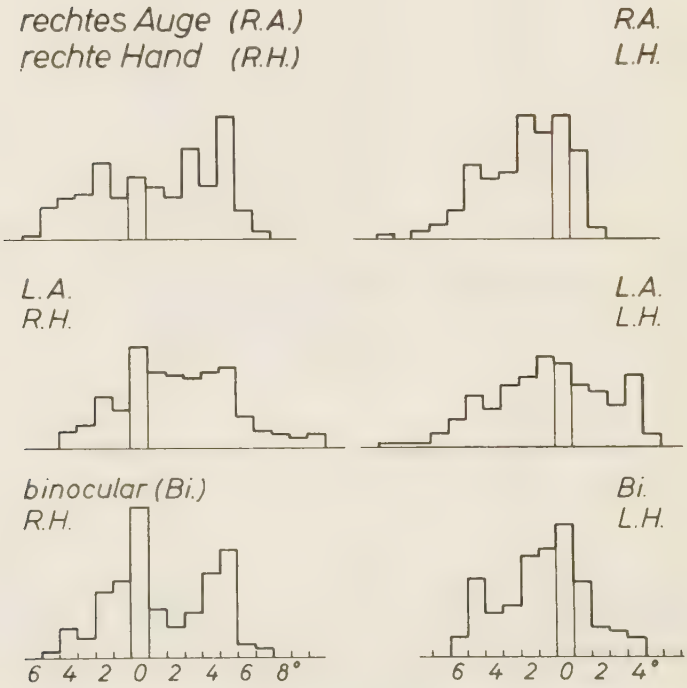

Abb. 5 Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse in Häufigkeitsverteilungen. Gruppe der Linkshänder mit rechtem führenden Auge.

Das Ergebnis einer derartigen Zusammenstellung für die Gruppe der rechtsäugigen Linkshänder zeigt Abb. 5. Durch Berechnung gleitender Mittelwerte aus je zwei Klassen ist eine Kurvenglättung zu erreichen.

In derselben Weise wurden die bei den übrigen 3 Kollektiven gewonnenen Werte zusammengestellt (Abb. 6 - 9). Die Streuung der Richtungsangaben liegt im allgemeinen in einem Bereich von $\pm 5^{o}$ um die Nullinie herum.

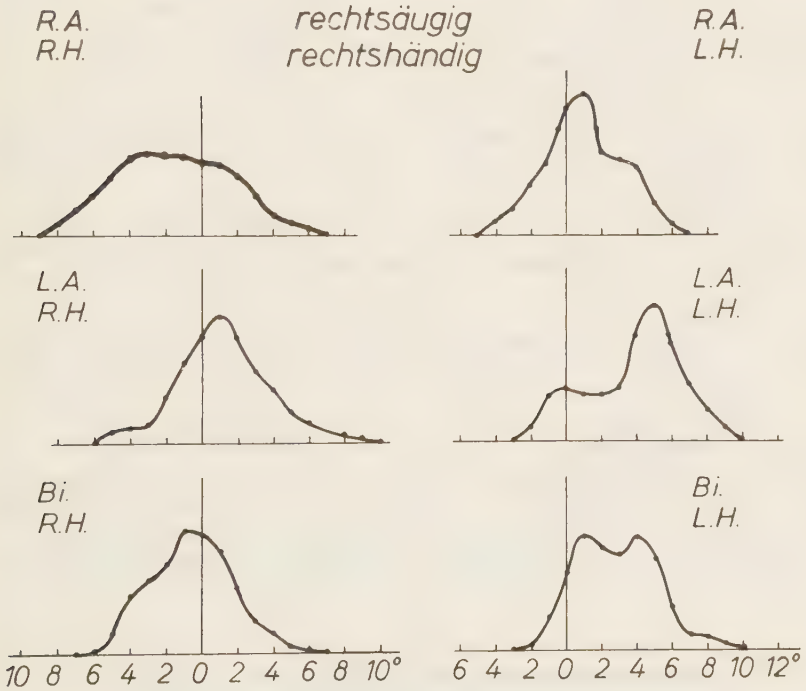

Abb. 6 Darstellung der Versuchsergebnisse der Gruppe Rechtshänder mit rechtem führenden Auge (Gruppe 1). Kurvenglättung durch Berechnung gleitender Mittelwerte aus je zwei benachbarten Klassen.

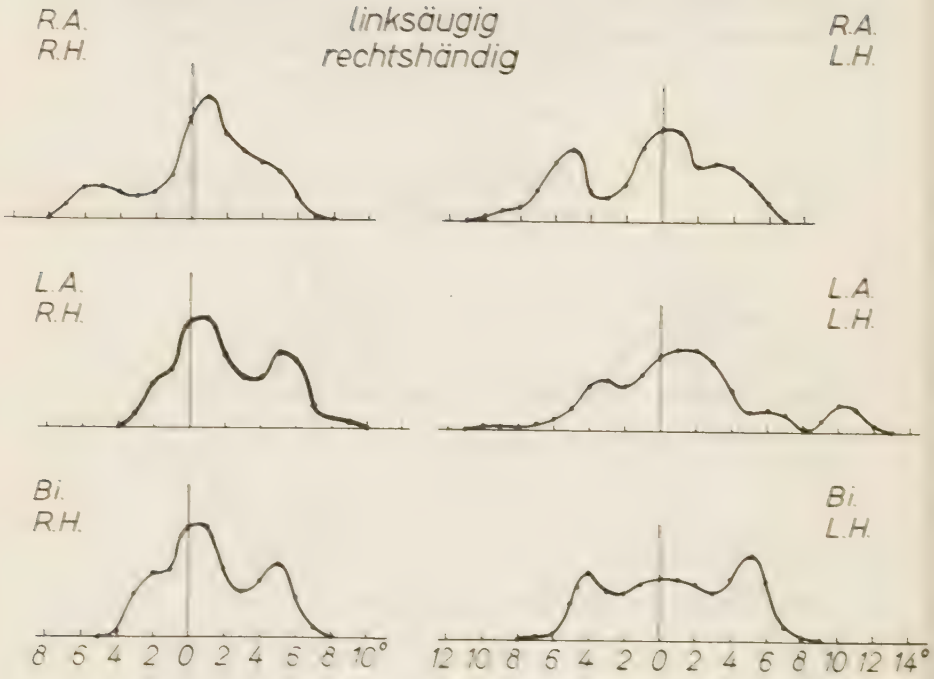

Abb. 7 Versuchsergebnisse der Gruppe Rechtshänder mit linkem führenden Auge (Gruppe 2).

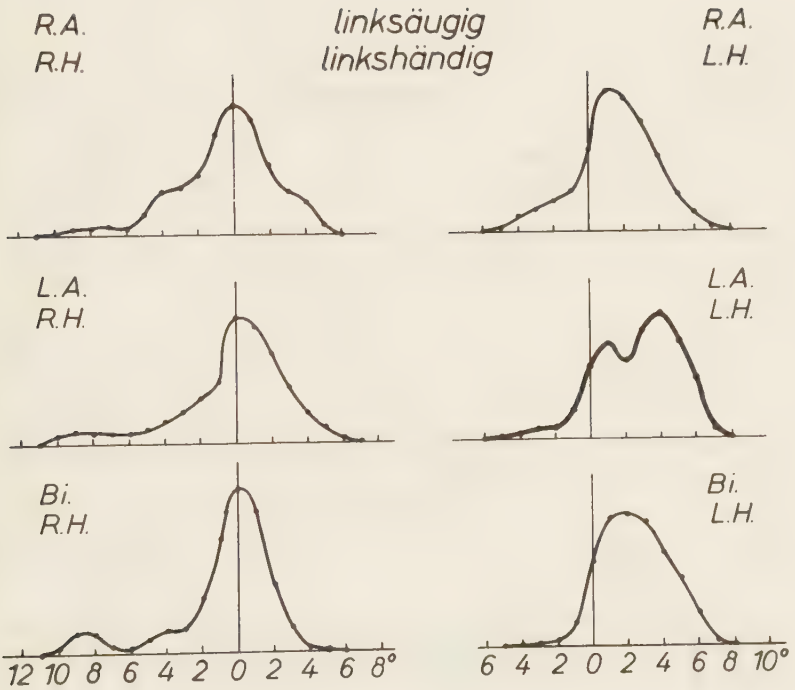

Abb. 8 Versuchsergebnisse der Gruppe Linkshänder mit linkem führenden Auge (Gruppe 3).

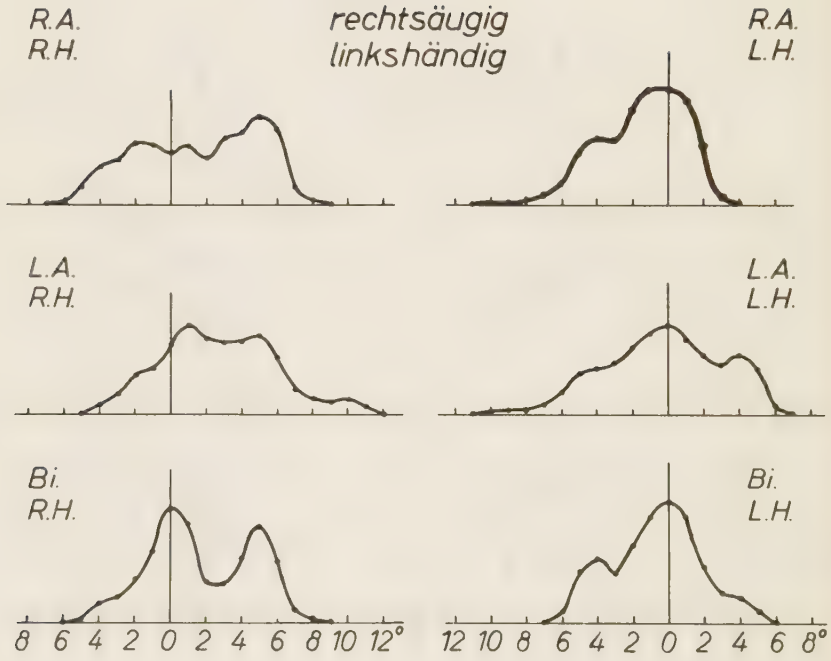

Abb. 9 Versuchsergebnisse der Gruppe Linkshänder mit rechtem führenden Auge (Gruppe 4).

Die Treffgenauigkeit der haptischen Lokalisation ist in einigen Fällen bei binokularer Beobachtung des Zielobjektes am größten. Das Häufigkeitsmaximum kann dann am Nullpunkt oder nur bis 1^{o} rechts oder links verschoben liegen. Diese Beobachtungssituation wurde auch von allen Versuchspersonen als besonders zuverlässig empfunden. Diese Sicherheit kommt auch in einigen Kollektivkurven an einer schmäleren Basis und an einem ausgeprägten Gipfel (Abb. 10 und 11) zum Ausdruck.

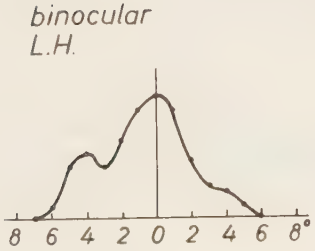

Abb. 10 Binokulare Beobachtung des Zielobjektes (Gruppe 4 Rechtsäuger-Linkshänder). Schmale Basis der Kurve, ausgeprägter Gipfel.

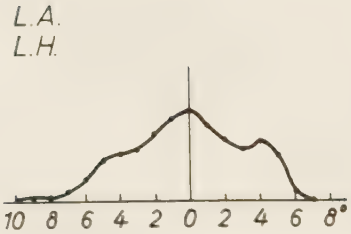

Abb. 11 Monokulare Beobachtung des Zielobjektes. Basis verbreitert, Gipfel weniger ausgeprägt (vgl. Abb. 10).

Vergleichen wir nun die Häufigkeitsverteilungen der 4 Kollektive:

1. Rechtshänder mit rechtem führenden Auge
2. Rechtshänder mit linkem führenden Auge
3. Linkshänder mit linkem führenden Auge
4. Linkshänder mit rechtem führenden Auge.

Dabei ergeben sich charakteristische Kurvenbesonderheiten, die am klarsten bei Verwendung des führenden Auges und der führenden Hand hervortreten.

Gruppe 1: Rechtshänder - Rechtsäuger. Das Häufigkeitsmaximum ist deutlich nach links verschoben (Abb. 12).

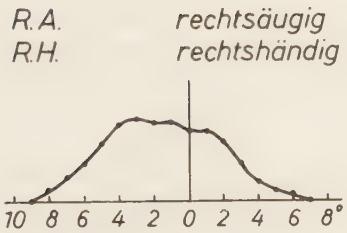

Abb. 12 Gruppe Rechtshänder - Rechtsäuger.
Verwendung der führenden Hand und des führenden Auges.

Gruppe 2: Rechtshänder - Linksäuger. Hier wird das optisch wahrgenommene Objekt in den meisten Fällen rechts von der wirklichen Lage aufgezeigt (Abb. 13).

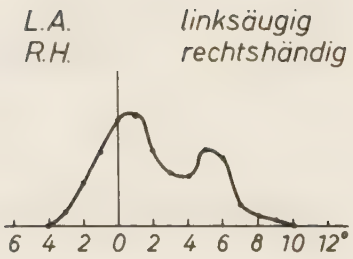

Abb. 13 Gruppe Rechtshänder - Linksäuger.
Verwendung der führenden Hand und des führenden Auges.

Gruppe 3: Linkshänder - Linksäuger. Das optisch wahrgenommene Objekt wird in dieser Gruppe in den meisten Fällen deutlich nach rechts lokalisiert (Abb. 14).

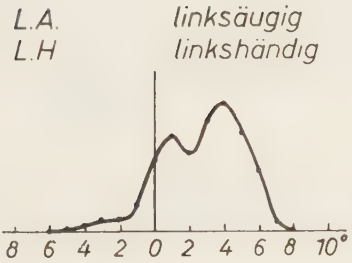

Abb. 14 Gruppe Linkshänder - Linksäuger.
Verwendung der führenden Hand und des führenden Auges.

Gruppe 4: Linkshänder - Rechtsäuger. Auch bei dieser Kombination wird das optisch wahrgenommene Objekt gewöhnlich haptisch zu weit nach links lokalisiert (Abb. 15).

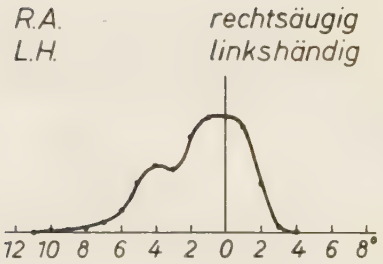

Abb. 15 Gruppe Linkshänder - Rechtsäuger.
Verwendung der führenden Hand und des führenden Auges.

Aus dieser Zusammenstellung geht die Bedeutung der Äugigkeit für die haptische Lokalisation optisch wahrgenommener Objekte hervor. Bei Rechtsäugigkeit wird von Rechts- und Linkshändern gewöhnlich zu weit nach links, bei Linksäugigkeit von Rechts- und Linkshändern gewöhnlich zu weit nach rechts lokalisiert. Diese klaren Verhältnisse bestehen aber nur, wenn das führende Auge und die führende Hand verwendet werden.

Betrachtet man die gesamten Versuchsergebnisse, so ergibt sich folgendes:

In der Gruppe 1 Rechtshänder - Rechtsäuger ist die Verschiebung des Häufigkeitsmaximums nach links nur bei Verwendung der rechten Hand und des rechten Auges sowie bei binokularer Beobachtung vorhanden. Bei Verwendung der linken Hand findet sich - entsprechend den Befunden KLINGELHAGES eine Verschiebung der Häufigkeiten nach rechts (Abb. 6).

In der Gruppe 2 Rechtshänder - Linksäuger lokalisiert die linke Hand bei Verwendung des rechten wie des linken Auges mit erheblicher Streuung um die korrekte Richtung. Die rechte Hand lokalisiert mit Verschiebung des Häufigkeitsmaximums nach rechts (Abb. 7).

In der Gruppe 3 Linkshänder - Linksäuger lokalisiert die linke Hand monokular und binokular das Objekt nach rechts. Die Ergebnisse bei Verwendung der rechten Hand zeigen keine deutlichen Seitenverschiebungen (Abb. 8).

In der Gruppe 4 Linkshänder - Rechtsäuger zeigt sich eine Rechtsverschiebung des Häufigkeitsmaximums bei Verwendung der rechten Hand unter monokularer und binokularer Beobachtung. Bei Verwendung der linken Hand ergibt sich eine Linksverschiebung bei monokularer Beobachtung mit dem rechten Auge, angedeutet auch bei monokularer Beobachtung mit dem linken Auge und bei binokularer Beobachtung. Diese Befunde stehen im Gegensatz zu denen KLINGELHAGES (Abb. 9).

Aus den Untersuchungen ergibt sich, daß für die Beziehungen zwischen haptischer und optischer Lokalisation offenbar nicht nur entscheidend ist, mit welcher Hand lokalisiert wird, wie aus den Befunden KLINGELHAGES entnommen werden könnte. Offenbar ist auch die Äugigkeit von Bedeutung. Darauf weist die systematische Verschiebung des Häufigkeitsmaximums der Lokalisation nach der Gegenseite hin, wenn führendes Auge und führende Hand verwendet werden. Daß auch die Händigkeit für die Lokalisationsweise von Bedeutung ist, geht mit einiger Wahrscheinlichkeit daraus hervor, daß die von KLINGEL-

HAGE festgestellte Verschiebung nach der Gegenseite der lokalisierenden Hand nur deutlich hervortritt, wenn Rechtsäugigkeit und Rechtshändigkeit, Linksäugigkeit und Linkshändigkeit zusammentreffen. Bei "gekreuzter Dominanz" ergaben meine Untersuchungen - in verschieden deutlicher Ausprägung - eine Verschiebung der Lokalisationshäufigkeit in der Richtung der lokalisierenden Hand.

Die in Häufigkeitsverteilungen zusammengefaßten Untersuchungsergebnisse wurden nur hinsichtlich der Verschiebung des Häufigkeitsmaximums und des gesamten Kurvenprofils nach rechts oder nach links beurteilt. Weitere Kurvenbesonderheiten, etwa die zuweilen recht ausgeprägte doppelte Gipfelbildung, wurden nicht analysiert. Hier wäre durch weitere Untersuchungen die Frage zu klären, ob es sich um zufällige Bildungen - etwa infolge eines zu kleinen Kollektivs - handelt, oder ob etwa noch andere als die 4 jeweils miteinander kombinierten Faktoren ("Händigkeit", "Äugigkeit", beobachtendes Auge, zeigende Hand) von Bedeutung sind.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei den 4 Kollektiven

1. Rechtshänder mit rechtem führenden Auge
2. Rechtshänder mit linkem führenden Auge
3. Linkshänder mit linkem führenden Auge
4. Linkshänder mit rechtem führenden Auge

wurden Untersuchungen über die Beziehung zwischen der haptischen und optischen Lokalisation angestellt.

Die Versuche hatten folgende Resultate:

Die Verschiebung der haptischen Lokalisation eines optisch wahrgenommenen Objektes ohne optische Führung hat sein Häufigkeitsmaximum innerhalb eines Bereiches von 5^{o} rechts oder links von der wirklichen Lage des Zielobjektes. Am größten ist die Treffgenauigkeit gewöhnlich bei binokularer Beobachtung. Das Häufigkeitsmaximum liegt hier oft nur 1^{o} nach rechts und links vom Nullpunkt verschoben.

Bei Verwendung der führenden rechten Hand erfolgt bei den Rechtsäugigen monokular wie auch binokular eine Abweichung nach links, während sie bei den Linksäugigen nach rechts erfolgt.

Bei Verwendung der nichtführenden rechten Hand ist bei den Linkshändern - Linksäugern keine deutliche Seitenverschiebung zu erkennen, dagegen ist bei den Linkshändern - Rechtsäugern eine deutliche Rechtsverschiebung zu sehen. Bei Verwendung der führenden linken Hand ist das Kurvenprofil beim Linksäugigen nach rechts verlagert bei monokularer und binokularer Beobachtung des Zielobjektes und beim Rechtsäugigen entsprechend nach links.

Bei Verwendung der nichtführenden linken Hand lokalisiert diese monokular und binokular bei der Gruppe Rechtshänder - Rechtsäuger das Zielobjekt nach rechts, während bei der Gruppe Rechtshänder - Linksäuger keine deutliche Seitenverschiebung, sondern eine erhebliche Streuung um den Nullpunkt zu beobachten ist.

LITERATUR

BIELSCHOWSKY - Motilitätsstörungen der Augen (1907) in Handb. d. Aughlk. (Graefe-Sämisch) (2) (1932) S. 1-16, 78-82

CUTSFORTH, Th. - An analysis of the relationship between tactual and visual perception- Psychologic. Monogr. 44, Nr.1, 125-152 (1933). Referiert im Zbl.f.Ophthal.30, S. 276 (1934)

HAMBURGER, F.A. - Monokulare Dominanz im binokularen Sehakt. Klin.Mbl.f.Aughlk. 109, S. 1-11 (1943)

HILLEMANNS, M. - Problem der Äugigkeit Klin.Mbl.f.Aughlk. 117, S. 69-80 (1950)

MERTON, P.A. - Genauigkeit gerichteter Bewegungen von Auge und Hand im Dunkeln. J.Physiol. (Lond.) S.555-577, 156 (1961) ref. Zbl.f.Ophthal. 84, S.125 (1962)

MOWRER, O.H. - A device for studying eye - hand coordination without visual guidance. Amer.J.Psychol. 47, S. 493-495 (1935) ref. im Zbl.f.Ophthal. 35, S. 125 (1936)

SKRAMLIK, E. v. - Sind haptisch - optische Vergleiche zulässig ? Zschr. f. Biol. 109, S. 14-23 (1956)

VOSSIUS, G. - Die Regelung der menschlichen Handbewegung bei großer Treffgenauigkeit. Pflüg.Arch. 268, S. 75-86 (1958)

TSCHERMAK, A. - Der optische Raumsinn in: Handb. d. norm. und pathol.Physiologie 12, S. 834-995

Ich möchte nicht versäumen, Herrn Professor Dr. H. Harms, dem Direktor der Universitäts-Augenklinik Tübingen, für die Arbeitsmöglichkeit sowie Herrn Professor Dr. G. Mackensen für die Überlassung des Themas und die freundliche Hilfsbereitschaft und Unterstützung bei der Abfassung der Doktorarbeit zu danken.

Lebenslauf

Ich, Ursula Brigitte Stiefbold, Tochter des Augenarztes Dr.med. Ernst Stiefbold und seiner Ehefrau Anne geb. Kübler, wurde am 19. Juli 1939 in Reutlingen geboren. Ich besuchte in Reutlingen die Grundschule und legte am dortigen Isolde Kurz - Gymnasium am 22. Februar 1958 die Reifeprüfung ab. Im SS immatrikulierte ich mich an der Medizinischen Fakultät der Universität Tübingen und bestand dort am 18.4.1959 das Vorphysikum und am 27.10.1960 das Physikum. Am 21. Dezember 1963 beendete ich mein Medizinstudium mit dem Staatsexamen.